

1807.1250

PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|----------------------------|---|-------------------------|
| In re Application of: |) | |
| | : | Examiner: Not Yet |
| PATRICE ONNO ET AL. |) | Assigned |
| | : | Group Art Unit: Not Yet |
| Application No.: Not Yet |) | Assigned |
| Assigned | : | |
| Filed: Herewith |) | |
| | : | |
| For: DEVICE AND METHOD FOR |) | |
| TRANSFORMING DIGITAL | : | |
| SIGNAL |) | April 13, 2000 |

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the
International Convention and all rights to which they are
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following French
Priority Application:

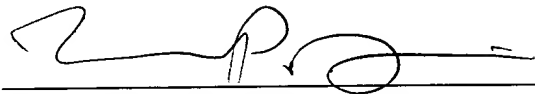
9904746 filed April 15, 1999

A certified copy of the priority document is
enclosed.

This Page Blank (uspto)

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants

Registration No. 28,46

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 75781 v 1

This Page Blank (uspto)

Jc511 U.S. PTO
09/550319

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **05 AVR. 2000**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **15 AVR 1999**
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **99 04746 -**
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75**
DATE DE DÉPÔT **15 AVR. 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE
RINUY, SANTARELLI
14, avenue de la Grande Armée
75017 PARIS

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire
☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen
☐ demande initiale
☐ brevet d'invention ☐ certificat d'utilité n°
Établissement du rapport de recherche ☐ différé ☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance ☐ oui ☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Dispositif et procédé de transformation de signal numérique.

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

CANON KABUSHIKI KAISHA

Forme juridique

Société de droit Japonais

Nationalité (s) **JAPONAISE**

Adresse (s) complète (s)

Pays

30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo, JAPON JAPON

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

Bruno QUANTIN N°92.1246
RINUY, SANTARELLI

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

99 0 47 46

TITRE DE L'INVENTION :

Dispositif et procédé de transformation de signal numérique.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Société de droit Japonais CANON KABUSHIKI KAISHA

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

ONNO Patrice

60 avenue du Sergent Maginot,
35000 RENNES, FRANCE.

MAJANI Eric

7, rue Château-Renault,
35000 RENNES, FRANCE.

ANDREW James Philip

19 King Street - Waverton - NSW 2060 - Australia

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

15 Avril 1999

Bruno QUANTIN N° 92.1206
RINUY, SANTARELLI



DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

| PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDECATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN | | | R.M.* | DATE DE LA CORRESPONDANCE | TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR |
|--|--------------|------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Modifiée(s) | Supprimée(s) | Ajoutée(s) | | | |
| 17a' 21 | | 22 | RM | 28/04/99 | 6 SEP. 1999 - A N R |
| 17a' 22 | | | RM | 15/12/99 | 17 DEC. 1999 - A N R |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

5

10 La présente invention concerne la transformation de signal numérique, tel que le filtrage numérique.

De nombreux procédés et dispositifs de filtrage numérique sont connus. On envisage ici, à titre d'exemple, des filtrages d'analyse de signal numérique. Parmi ces filtrages, on envisagera plus particulièrement les
15 transformations en ondelettes.

Ces filtrages sont généralement des sous-ensembles intégrés dans les ensembles de codage et/ou de décodage. Ils nécessitent souvent une grande place en mémoire vive ou en mémoire tampon, pour stocker les données en cours de traitement. Par exemple, pour du traitement d'image, les
20 solutions les plus classiques pour réaliser la transformée en ondelettes consistent à charger en mémoire toute l'image à traiter pour ensuite effectuer les différentes étapes de filtrage. La place mémoire est alors si importante que cela rend difficile la mise en œuvre de tels filtrages dans des appareils tels que des appareils photographiques, des télécopieurs, des imprimantes ou des
25 photocopieurs, par exemple.

La présente invention fournit un procédé et un dispositif de transformation de signal numérique qui minimise l'occupation en mémoire tampon des données en cours de traitement.

30 A cette fin, l'invention propose un procédé de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-

bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :

- division du signal en premiers blocs comportant un premier nombre
5 prédéterminé d'échantillons,
 - transformation de chacun des premiers blocs formés à l'étape
précédente en un second bloc contenant des échantillons de basse fréquence
et au moins un troisième bloc contenant des échantillons de haute fréquence,
et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs
10 n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
 - mémorisation des seconds blocs,
 - groupement de seconds blocs mémorisés pour former des
quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et
15 groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
- et en ce que

les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

- 20 Grâce à l'invention, l'occupation en mémoire tampon des données en cours de traitement est réduite par rapport à la technique antérieure. Ainsi, des filtrages puissants peuvent être intégrés dans de nombreux appareils, sans que ceux-ci ne nécessitent des mémoires très grandes.

- 25 En outre, l'opération de transformation est identique pour tous les blocs, quel que soit le niveau de résolution, ce qui simplifie la mise en œuvre. Par exemple, un seul module de filtrage sera utilisé, tout en minimisant la taille mémoire requise.

Selon une caractéristique préférée, la transformation est une transformation en ondelettes.

- 30 Selon des caractéristiques préférées et alternatives, les premiers blocs se chevauchent deux à deux sur un quatrième nombre prédéterminé d'échantillons ou les premiers blocs sont adjacents. Le chevauchement entre

blocs voisins, par exemple sur une ligne et/ou une colonne, améliore la qualité du signal reconstruit après traitement. Dans tous les cas, la taille des blocs est petite par rapport à la taille du signal, ce qui permet un codage fin des données.

5 Selon une caractéristique préférée, le signal numérique est un signal d'image. L'invention s'applique avantageusement à un signal d'image, qui nécessite généralement une grande place mémoire. Cette place mémoire est réduite grâce à l'invention.

L'invention concerne aussi un procédé de codage qui inclut les caractéristiques précédemment exposées et présente les mêmes avantages.

10 Corrélativement, l'invention propose un dispositif de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

15 - des moyens de division du signal en premiers blocs comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,

20 - des moyens de transformation de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc contenant des échantillons de haute fréquence,

- des moyens de mémorisation des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,

25 - des moyens de groupement de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,

30 et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

Le dispositif comporte des moyens de mise en œuvre des caractéristiques précédemment exposées.

L'invention concerne aussi un dispositif de codage, un appareil numérique incluant le dispositif de transformation ou de codage ou des moyens
5 de mise en œuvre du procédé de transformation ou de codage. Cet appareil numérique est par exemple un appareil photographique numérique, un ordinateur, un télécopieur, un photocopieur, un scanner ou une imprimante.

Les avantages du dispositif et de l'appareil numérique sont identiques à ceux précédemment exposés.

10 Un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé de filtrage.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention
15 apparaîtront plus clairement à la lecture d'un mode préféré de réalisation illustré par les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 représente de manière schématique un dispositif de traitement de données selon l'invention,
- la figure 2 représente un mode de réalisation d'un dispositif de
20 traitement de données selon l'invention,
- la figure 3 représente un mode de réalisation d'un dispositif de traitement de données selon l'invention,
- la figure 4 représente un mode de réalisation d'un circuit de codage selon l'invention inclus dans le dispositif de la figure 2,
- 25 - la figure 5 représente une partie d'une image à coder selon l'invention,
- la figure 6 représente des données mémorisées dans le dispositif selon l'invention, et
- la figure 7 un algorithme de codage de données selon l'invention.

30

Selon un mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 1**, un dispositif de traitement de données selon l'invention est un dispositif 2 de

codage de données qui comporte une entrée 2_1 à laquelle est reliée une source 1 de données non codées.

5 La source 1 comporte par exemple un moyen de mémoire, telle que mémoire vive, disque dur, disquette, disque compact, pour mémoriser des données non codées, ce moyen de mémoire étant associé à un moyen de lecture approprié pour y lire les données. Un moyen pour enregistrer les données dans le moyen de mémoire peut également être prévu.

On considérera plus particulièrement dans la suite que les données à coder sont une suite d'échantillons numériques représentant une image IM.

10 La source 1 fournit un signal numérique d'image SI à l'entrée du circuit de codage 2. Le signal d'image SI est une suite de mots numériques, par exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image IM, ici à 256 niveaux de gris, ou image noir et blanc. L'image peut être une image multispectrale, par exemple une image en couleur ayant des composantes dans
15 trois bandes de fréquence, de type rouge-vert-bleu ou luminance et chrominance. Chaque bande est alors traitée de manière analogue à l'image monospectrale.

Des moyens 3 utilisateurs de données codées sont reliés en sortie 2_2 du dispositif de codage 2.

20 Les moyens utilisateurs 3 comportent par exemple des moyens de mémorisation de données codées, et/ou des moyens de transmission des données codées.

Le dispositif de codage 2 comporte classiquement, à partir de l'entrée 2_1 , un circuit de transformation 2_3 , plus particulièrement concerné par la
25 présente invention, et dont un exemple de réalisation sera détaillé dans la suite. Les transformations envisagées ici sont des décompositions en des signaux de sous-bandes de fréquence du signal de données, de manière à effectuer une analyse du signal. L'analyse est effectuée sur au moins deux niveaux de résolution, la résolution d'un signal étant de manière générale le nombre
30 d'échantillons par unité de longueur qui sont utilisés pour représenter le signal.

Le circuit de transformation 2_3 est relié à un circuit de quantification 2_4 . Le circuit de quantification met en œuvre une quantification connue en soi,

par exemple une quantification scalaire, ou une quantification vectorielle, des coefficients, ou de groupes de coefficients, des signaux de sous-bandes de fréquence fournis par le circuit 2₃.

5 Le circuit 2₄ est relié à un circuit 2₅ de codage entropique, qui effectue un codage entropique, par exemple un codage de Huffman, ou un codage arithmétique, des données quantifiées par le circuit 2₄.

10 Le dispositif de codage peut être inclus, par exemple sous la forme d'un circuit intégré, dans un appareil numérique, tel qu'un ordinateur, une imprimante, un télécopieur, un scanner ou un appareil photographique numérique, par exemple.

En référence à la **figure 2**, est décrit un exemple de dispositif 10 mettant en œuvre l'invention.

Le dispositif 10 est ici un micro-ordinateur comportant un bus de communication 101 auquel sont notamment reliés :

- 15 - une unité centrale 100,
 - une mémoire morte 102,
 - une mémoire vive 103,
 - un circuit dédié 104 mettant en œuvre l'invention, qui sera décrit dans la suite,
20 - un circuit d'entrée/sortie 105.

Le dispositif 10 peut comporter de manière classique un clavier, un lecteur de disquette adapté à recevoir une disquette, ou peut être adapté à communiquer avec un réseau de communication.

25 Le dispositif 10 peut recevoir des données à coder depuis un dispositif périphérique, tel qu'un appareil photographique numérique, ou un scanner, ou tout autre moyen d'acquisition ou de stockage de données.

30 Le dispositif 10 peut également recevoir des données à coder depuis un dispositif distant, via le réseau de communication, et transmettre des données codées vers un dispositif distant, toujours via le réseau de communication.

Selon le mode de réalisation représenté, la mémoire vive 103 est une mémoire dynamique à accès direct, appelée DRAM d'après l'Anglais « Dynamic Random Access Memory ». Cette mémoire est utile dans le cadre de l'invention pour lire les échantillons de l'image selon un ordre particulier,
 5 comme exposé dans la suite.

Le circuit 104 comporte en outre une mémoire vive statique appelée SRAM d'après l'Anglais « Static Random Access Memory ».

De manière plus générale, les programmes selon la présente invention sont mémorisés dans un moyen de stockage. Ce moyen de stockage
 10 est lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

En référence à la **figure 3**, est décrit un exemple de dispositif 200
 15 mettant en œuvre l'invention. Ce dispositif est adapté à coder et/ou décoder un signal numérique.

Le dispositif 200 est ici un micro-ordinateur comportant un bus de communication 201 auquel sont reliés :

- une unité centrale 205,
- 20 - une mémoire morte 202,
- une mémoire vive 203,
- un écran 204,
- un clavier 214,
- un disque dur 208,
- 25 - un lecteur de disquette 209 adapté à recevoir une disquette 210,
- une interface 212 de communication avec un réseau de communication 213,
- une carte d'entrée/sortie 206 reliée à un microphone 211.

Le disque dur 208 mémorise les programmes mettant en œuvre
 30 l'invention, et qui seront décrits dans la suite, ainsi que les données à coder et les données codées selon l'invention. Ces programmes peuvent aussi être lus

sur la disquette 210, ou reçu via le réseau de communication 213, ou encore mémorisé en mémoire morte 202.

De manière plus générale, les programmes selon la présente invention sont mémorisés dans un moyen de stockage. Ce moyen de stockage
 5 est lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

Lors de la mise sous tension du dispositif, les programmes selon la
 10 présente invention sont transférés dans la mémoire vive 203 qui contient alors le code exécutable de l'invention et des registres contenant les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention. Ces variables, qui seront détaillées dans la suite, sont notamment les variables i et L. La mémoire vive inclut une mémoire tampon.

15 Le dispositif 200 peut recevoir des données à coder depuis un dispositif périphérique 207, tel qu'un appareil photographique numérique, ou un scanner, ou tout autre moyen d'acquisition ou de stockage de données.

Le dispositif 200 peut également recevoir des données à coder depuis un dispositif distant, via le réseau de communication 213, et transmettre
 20 des données codées vers un dispositif distant, toujours via le réseau de communication 213.

Le dispositif 200 peut aussi recevoir des données à coder depuis le microphone 211. Ces données sont alors un signal de son.

L'écran 204 permet à un utilisateur notamment de visualiser les
 25 données à coder, et sert, avec le clavier 214, d'interface utilisateur.

La **figure 4** représente un mode de réalisation de circuit de codage
 104 selon l'invention.

Le circuit 104 comporte :

- 30
- un contrôleur 20 qui commande le fonctionnement des modules compris dans le circuit 104,
 - un module 21 de mémoire tampon de réorganisation,

- un module 22 de filtrage vertical,
- un module 23 de filtrage horizontal,
- un premier module 24 de mémoire tampon,
- un second module 25 de mémoire tampon,
- 5 - un module 26 de quantification et codage entropique.

Le module 21 a des entrées de données et des sorties d'adresse reliées à la mémoire vive 103. Le module 21 a également des sorties reliées au module de filtrage vertical 22. Le module 21 permet d'ordonner les échantillons à traiter selon un ordre spécifique et de les mémoriser avant leur traitement.

10 Le module de filtrage vertical 22 effectue un filtrage dans la direction verticale de l'image et comporte des sorties reliées au module 23 de filtrage horizontal.

Le module 23 de filtrage horizontal effectue un filtrage dans la direction horizontale de l'image et comporte des sorties reliées aux modules 24 et 25. Bien entendu, de manière équivalente, le module de filtrage horizontal
15 peut être placé avant le module de filtrage vertical.

Le module 24 a une sortie reliée au module de filtrage vertical 22. Le module 25 a des sorties reliées au module de quantification et codage entropique 26.

20 La quantification et le codage entropique sont classiques et ne seront pas détaillés ici.

Le fonctionnement du circuit 104 est globalement le suivant.

Le filtrage est effectué par blocs d'échantillons. De manière générale, un bloc est un groupe d'échantillons sélectionnés dans l'image. Les blocs sont
25 ici de forme rectangulaire, avec un chevauchement entre blocs voisins qui est nul ou de une ligne et/ou une colonne d'échantillons. Tous les blocs comportent le même nombre d'échantillons, de sorte qu'ils sont tous filtrés de manière identique.

Pour cela, les échantillons de l'image à coder sont lus en mémoire
30 103 de manière ordonnée par le module 21, sous forme de blocs qui sont ensuite filtrés selon les deux directions verticale et horizontale par les modules

22 et 23. Chaque bloc est ainsi analysé selon ses fréquences de manière à être transformé en quatre sous-blocs par les modules 22 et 23.

L'analyse est faite sur au moins deux niveaux de résolution, c'est-à-dire que les sous-blocs contenant des échantillons de basse fréquence selon les deux directions d'analyse obtenus à au moins un premier niveau de résolution sont filtrés à leur tour par les modules 22 et 23. Ce bouclage est effectué au moins une fois. Chaque bloc de l'image initiale est analysé selon tous les niveaux de résolution souhaités.

Les sous-blocs ne contenant pas des échantillons de basse fréquence selon les deux directions d'analyse obtenus au premier niveau de résolution sont fournis au module 25 puis sont quantifiés et codés de manière entropique par le module 26. Ce dernier est adapté pour traiter des blocs de taille fixe et prédéterminée, choisie égale à celle des sous-blocs obtenus au premier niveau de résolution.

Comme les modules 22 et 23 travaillent sur des blocs de taille fixe et prédéterminée, choisie égale à la taille des blocs formés dans l'image, c'est-à-dire sur un nombre d'échantillons fixe, la mémoire tampon 24 permet de mémoriser des blocs contenant des échantillons de basse fréquence et de les grouper pour former des blocs de regroupement qui ont la taille requise. Ces blocs de regroupement sont ensuite fournis au module 22.

Il est à noter que les blocs contenant des échantillons de basse fréquence du dernier niveau de décomposition n'ont pas besoin d'être mémorisés par la mémoire 24, puisqu'ils ne sont pas filtrés.

Par exemple, la **figure 5** représente une partie de l'image à coder. Le filtrage de l'image est effectué par bloc. En conséquence l'image est divisée en blocs d'échantillons B_i , où i est un entier qui représente le rang du bloc.

A titre d'exemple, on considère dans la suite des blocs carrés de taille 64×64 échantillons. Il est à noter que la taille des blocs est petite par rapport à celle de l'image. En outre ces blocs peuvent se recouvrir entre blocs voisins sur une ligne et/ou sur une colonne. Chaque bloc comporte alors $(64(+1)) \times (64(+1))$ échantillons. L'intérêt du recouvrement entre blocs voisins,

ainsi que les questions de filtrage de bord sont exposés dans les demandes de brevet français n° 99 02303 et n° 99 02305.

5 A l'intérieur d'un bloc, les échantillons sont lus selon un ordre prédéterminé, par exemple selon un balayage en zigzag depuis le coin haut gauche jusqu'au coin bas droit.

Les blocs sont eux-mêmes traités de manière ordonnée, selon un ordre qui minimise l'occupation en mémoire des données en cours de traitement.

10 Par exemple, pour une décomposition de l'image sur trois niveaux de résolution, on considère et on traite les blocs par groupes de quatre blocs adjacents, tels que les blocs B_1 , B_2 , B_3 et B_4 .

Les groupes de quatre blocs sont eux-mêmes considérés par sur-groupes de quatre groupes, dits macro-blocs.

15 L'ordre de traitement des blocs pour une décomposition à trois niveaux de résolution est représenté à la figure 5 par une ligne continue. Les quatre blocs d'un groupe sont parcourus avant de passer au groupe suivant. De même, un macro-bloc est totalement parcouru avant de passer au macro-bloc suivant. Il est à noter qu'à l'intérieur d'un groupe de quatre blocs, l'ordre de traitement des blocs est quelconque. De même, à l'intérieur d'un macro-bloc,
20 l'ordre de traitement des groupes est quelconque.

Cet ordre de traitement permet de filtrer l'image par zones, à tous les niveaux de résolution. Ainsi, ne sont gardées en mémoire que les données de la zone courante, qui sont filtrées à tous les niveaux de résolution souhaités.

25 Il est à noter que le nombre de blocs compris dans un macro-bloc dépend du nombre de niveaux de résolution. Ainsi, un macro-bloc comporte 16 blocs pour trois niveaux de résolution, 64 blocs pour quatre niveaux de résolution et 256 blocs pour cinq niveaux de résolution.

30 Le filtrage d'un bloc B_i , de taille $(64(+1)) \times (64(+1))$ échantillons, par les modules 22 et 23, a pour résultat quatre blocs LL_i , LH_i , HL_i et HH_i . Le bloc LL_i , a une taille de $(32(+1)) \times (32(+1))$ échantillons tandis que les blocs LH_i , HL_i et HH_i , ont chacun une taille de 32×32 échantillons.

Le bloc LL_i contient des échantillons de basse fréquence selon les deux directions d'analyse, le bloc LH_i contient des échantillons de haute fréquence selon une première direction d'analyse et de basse fréquence selon l'autre direction d'analyse, le bloc HL_i contient des échantillons de basse fréquence selon la première direction d'analyse et de haute fréquence selon l'autre direction d'analyse et le bloc HH_i contient des échantillons de haute fréquence selon les deux directions d'analyse.

Les blocs qui contiennent des échantillons de basse fréquence selon une direction d'analyse ont, à chaque niveau de décomposition, un recouvrement dans cette direction d'analyse qui est divisé par deux par rapport au niveau précédent, puis arrondi par valeur supérieure. Les blocs qui contiennent des échantillons de haute fréquence selon une direction d'analyse ont, à chaque niveau de décomposition, un recouvrement dans cette direction d'analyse qui est divisé par deux par rapport au niveau précédent, puis arrondi par valeur inférieure. Le recouvrement des blocs qui contiennent des échantillons de haute fréquence selon au moins une direction d'analyse est supprimé. Le recouvrement des blocs qui contiennent des échantillons de basse fréquence selon les deux directions d'analyse est supprimé seulement à l'issue du dernier niveau de décomposition.

La mémoire 25 reçoit les blocs LL_i , LH_i , HL_i et HH_i résultants de la décomposition du bloc courant B_i et les mémorise. Pour cela, selon l'exemple choisi, la mémoire 25 a une capacité de stocker au moins $1024(+17)$ mots de 64 bits, pour pouvoir mémoriser un bloc comportant $(32(+1)) \times (32(+1))$ échantillons exprimés sur 16 bits et trois blocs comportant chacun 32×32 échantillons exprimés sur 16 bits.

En sortie, le contrôleur 20 sélectionne l'un des quatre blocs pour le transmettre au module 26. Ce dernier effectue une quantification et un codage entropique des données qu'il reçoit.

Comme déjà précisé, la mémoire 24 reçoit les blocs contenant des échantillons de basse fréquence résultant de la décomposition des blocs par les modules de filtrage 22 et 23, sauf pour le niveau de résolution le plus faible,

puisque les données de ce dernier niveau de décomposition ne sont pas analysées.

La **figure 6** illustre l'organisation de la mémoire 24. Pour une décomposition à cinq niveaux, la mémoire 24 contient quatre zones pour mémoriser les sous-bandes de basse fréquence résultant de la décomposition des blocs par les modules de filtrage 22 et 23. La taille de la mémoire est donc liée au nombre de niveaux de décomposition.

Ainsi, chacune des zones a la capacité de mémoriser $(64(+1)) \times (64(+1))$ échantillons issus de quatre blocs LL_i de taille $(32(+1)) \times (32(+1))$ échantillons exprimés sur seize bits, contenant des échantillons de basse fréquence résultant de l'analyse de quatre blocs du niveau de résolution supérieur. Chaque bloc LL_i est écrit selon un balayage en zigzag.

Dès qu'une zone est remplie, les données qu'elle contient sont analysées. Pour cela, ces données sont fournies au module de filtrage vertical 22.

La **figure 7** représente un procédé de codage de signal numérique selon l'invention, qui est mis en œuvre dans le dispositif représenté à la figure 3, précédemment décrite. Le procédé est représenté sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E1 à E19.

L'étape E1 est une initialisation à laquelle un paramètre de travail i est initialisé à un, pour considérer le premier bloc de l'image à traiter. Les blocs sont transformés selon un ordre prédéterminé. Le paramètre i représente l'ordre du bloc courant.

A l'étape suivante E2, un paramètre de travail L est initialisé à un, pour considérer le premier niveau de résolution de la décomposition. Le paramètre L représente le niveau de résolution courant.

L'étape suivante E3 est un test pour déterminer si le niveau de résolution courant est le premier. Si la réponse est positive, alors l'étape E3 est suivie de l'étape E4, à laquelle le bloc B_i de rang i est lu dans la mémoire d'image 21, puis est filtré de manière à former quatre blocs de sous-bandes LL_i ,

LH_i, HL_i et HH_i. Les blocs LL_i, LH_i, HL_i, et HH_i sont mémorisés en mémoire tampon 25.

Si la réponse est négative à l'étape E3, alors cette étape est suivie de l'étape E5 qui est similaire à l'étape E4, mis à part le fait que le bloc B_i de rang i est lu dans la mémoire tampon 24. Le bloc B_i appartient au niveau de résolution immédiatement supérieur au niveau courant.

Les étapes E4 et E5 sont toutes les deux suivies de l'étape E7 à laquelle les blocs LH_i, HL_i, et HH_i contenant des échantillons de haute fréquence sont quantifiés puis codés de manière entropique. Ces opérations sont classiques et ne seront pas décrites ici.

L'étape E7 est suivie de l'étape E8 qui est un test pour déterminer si le niveau de résolution courant est le niveau le plus faible dans la décomposition, c'est-à-dire si le paramètre L est égal à 4, puisque dans l'exemple représenté à cette figure, on travaille sur quatre niveaux de décomposition.

Si la réponse est positive, alors cela signifie qu'il n'est pas nécessaire de mémoriser le bloc LL_i contenant les échantillons de plus basse fréquence en mémoire 24, pour le filtrer ultérieurement. Dans ce cas, le bloc LL_i est quantifié puis codé de manière entropique à l'étape E9.

Si la réponse est négative à l'étape E8, cette étape est suivie de l'étape E10 à laquelle le bloc LL_i est mémorisé dans la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau courant L.

L'étape E10 est suivie de l'étape E11 qui est un test pour déterminer si la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 1 contient un bloc complet formé de blocs contenant des échantillons de basse fréquence qui est prêt à être filtré, au deuxième niveau de résolution. Par bloc complet, on entend dans ce mode de réalisation un bloc de $(64(+1)) \times (64(+1))$ échantillons qui regroupe des échantillons issus de plusieurs blocs LL_i.

Si la réponse est positive, alors l'étape E11 est suivie de l'étape E12 à laquelle le paramètre L est mis à la valeur deux. L'étape E12 est suivie de l'étape E3 précédemment décrite, pour filtrer le bloc contenu dans la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 1.

Si la réponse est négative à l'étape E11, alors cette étape est suivie de l'étape E13, qui est un test pour déterminer si la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 2 contient un bloc complet formé de blocs contenant des échantillons de basse fréquence qui est prêt à être filtré,

5 au troisième niveau de résolution.

Si la réponse est positive, alors l'étape E13 est suivie de l'étape E14 à laquelle le paramètre L est mis à la valeur trois. L'étape E14 est suivie de l'étape E3 précédemment décrite, pour filtrer le bloc contenu dans la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 2.

10 Si la réponse est négative à l'étape E13, alors cette étape est suivie de l'étape E15, qui est un test pour déterminer si la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 3 contient un bloc complet formé de blocs contenant des échantillons de basse fréquence qui est prêt à être filtré, au quatrième niveau de résolution.

15 Si la réponse est positive, alors l'étape E15 est suivie de l'étape E16 à laquelle le paramètre L est mis à la valeur quatre. L'étape E16 est suivie de l'étape E3 précédemment décrite, pour filtrer le bloc contenu dans la zone mémoire de la mémoire tampon 24 correspondant au niveau 3.

20 Bien entendu, le nombre d'étapes telles que les étapes E11 à E16 dépend du nombre de niveaux de résolution choisi.

Si la réponse est négative à l'étape E15, alors cette étape est suivie de l'étape E17 qui est un test pour déterminer si la totalité de l'image à coder a été traitée.

25 Si la réponse est négative, alors cette étape est suivie de l'étape E18 à laquelle le paramètre i est incrémenté de une unité pour considérer le bloc suivant dans l'image. Comme précisé plus haut, les blocs sont considérés selon un ordre prédéterminé. L'étape E18 est suivie de l'étape E2 précédemment décrite.

30 Lorsque la réponse est positive à l'étape E17, cette étape est suivie de l'étape E19 à laquelle les mémoires tampon sont vidées et les données qu'elles contiennent éventuellement sont quantifiées et codées. Le codage de l'image est ensuite terminé.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais englobe, bien au contraire, toute variante à la portée de l'homme du métier.

REVENDECATIONS

1. Procédé de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,
 - caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
 - division (E1, E18) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
 - transformation (E4) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
 - et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
 - mémorisation (E10) des seconds blocs,
 - groupement (E10) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
 - et en ce que
 - les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.
2. Procédé de transformation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.
3. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

4. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5. Procédé de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,
- 5 caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
- division ($E1$, $E18$) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un
- 10 premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- transformation ($E4$) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des
- 15 échantillons de haute fréquence,
- et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
- mémorisation ($E10$) des seconds blocs,
 - groupement ($E10$) de seconds blocs mémorisés pour former des
- quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
- 20 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
- et en ce que
- les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les
- 25 niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

6. Procédé de codage selon la revendication 5, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.

- 30 7. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

8. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5 9. Procédé de codage selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de quantification et codage entropique (E7, E9, E19) du signal transformé.

10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image.

15 11. Dispositif de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de division du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- 20 - des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
- 25 - des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
- des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,
- 30 et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du

signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

12. Dispositif de transformation selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

13. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

14. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

15. Dispositif de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de division du signal en premiers blocs comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
- des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
- des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé

d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,

et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

16. Dispositif de codage selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

17. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

18. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

19. Dispositif de codage selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (26) de quantification et codage entropique du signal transformé.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 19, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que les moyens de division, transformation, mémorisation et groupement sont incorporés dans :

- un contrôleur (20),

REVENDECATIONS

1. Procédé de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,
- 5 caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
- division (E1, E18) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
 - transformation (E4) de chacun des premiers blocs formés à l'étape

10 précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,

et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,

15 - mémorisation (E10) des seconds blocs,

 - groupement (E10) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,

20 et en ce que

les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

25 2. Procédé de transformation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.

3. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur

30 un second nombre prédéterminé d'échantillons.

4. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5. Procédé de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,
- caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
- division ($E1$, $E18$) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
 - transformation ($E4$) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
 - et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
 - mémorisation ($E10$) des seconds blocs,
 - groupement ($E10$) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - répétition des étapes de transformation, mémorisation et groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
- et en ce que
- les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

6. Procédé de codage selon la revendication 5, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.

7. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

8. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5 9. Procédé de codage selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de quantification et codage entropique (E_7 , E_9 , E_{19}) du signal transformé.

10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image.

15 11. Dispositif de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de division du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers
20 blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
- des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent
25 pas au niveau de résolution le plus faible,
- des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,
- 30 et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du

signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

5 12. Dispositif de transformation selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

10 13. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

15 14. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

20 15. Dispositif de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de division du signal en premiers blocs comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
- des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
- des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé

d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,

et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

16. Dispositif de codage selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

17. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

18. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

19. Dispositif de codage selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (26) de quantification et codage entropique du signal transformé.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 19, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que les moyens de division, transformation, mémorisation et groupement sont incorporés dans :

- un contrôleur (20),

- une mémoire morte comportant un programme pour coder chacun des blocs de données, et

- une mémoire vive comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

5

22. Appareil numérique (10) incluant des moyens de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

23. Appareil numérique (10) incluant le dispositif selon l'une
10 quelconque des revendications 11 à 21.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon
5 au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :

- division (E1, E18) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
- 10 - transformation (E4) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,

et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs
15 n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,

- mémorisation (E10) des seconds blocs,
 - groupement (E10) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et
20 groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
- et en ce que

les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

25

2. Procédé de transformation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.

3. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2,
30 caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

4. Procédé de transformation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5. Procédé de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,
- caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
- division ($E1$, $E18$) du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,
 - transformation ($E4$) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,
 - et, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,
 - mémorisation ($E10$) des seconds blocs,
 - groupement ($E10$) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et
 - réitération des étapes de transformation, mémorisation et groupement, en prenant les quatrièmes blocs comme des premiers blocs,
- et en ce que
- les premiers blocs sont traités selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

6. Procédé de codage selon la revendication 5, caractérisé en ce que la transformation est une transformation en ondelettes.

7. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

8. Procédé de codage selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers blocs (B_i) sont adjacents.

5 9. Procédé de codage selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de quantification et codage entropique (E7, E9, E19) du signal transformé.

10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image.

11. Dispositif de transformation de signal numérique représentatif de grandeur physique, en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

15 caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de division du signal en premiers blocs (B_i) comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,

20 - des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i) contenant des échantillons de haute fréquence,

- des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,

25 - des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,

30 et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

12. Dispositif de transformation selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

5

13. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

10

14. Dispositif de transformation selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

15

15. Dispositif de codage de signal numérique représentatif de grandeur physique, comportant une transformation du signal en des signaux de sous-bandes de fréquence répartis selon au moins deux bandes de fréquence différentes et selon au moins deux résolutions différentes,

caractérisé en ce qu'il comporte :

20

- des moyens de division du signal en premiers blocs comportant un premier nombre prédéterminé d'échantillons,

- des moyens de transformation (22, 23) de chacun des premiers blocs formés à l'étape précédente en un second bloc (LL_i) contenant des échantillons de basse fréquence et au moins un troisième bloc (LH_i , HL_i , HH_i)

25

contenant des échantillons de haute fréquence,

- des moyens de mémorisation (24) des seconds blocs, si les seconds blocs issus de la transformation des premiers blocs n'appartiennent pas au niveau de résolution le plus faible,

30

- des moyens de groupement (24) de seconds blocs mémorisés pour former des quatrièmes blocs comportant le premier nombre prédéterminé d'échantillons, et pour fournir les quatrièmes blocs aux moyens de transformation, comme des premiers blocs,

et en ce qu'il est adapté à traiter les premiers blocs selon un ordre prédéterminé, tel que le signal est transformé zone par zone, une zone du signal étant traitée à tous les niveaux de résolution avant de passer à une zone suivante.

5

16. Dispositif de codage selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de transformation sont adaptés à mettre en œuvre une transformation qui est une transformation en ondelettes.

10

17. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils se chevauchent deux à deux sur un second nombre prédéterminé d'échantillons.

15

18. Dispositif de codage selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les moyens de division sont adaptés à former les premiers blocs (B_i) de sorte qu'ils sont adjacents.

20

19. Dispositif de codage selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (26) de quantification et codage entropique du signal transformé.

25

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image.

30

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que les moyens de division, transformation, mémorisation et groupement sont incorporés dans :

- un contrôleur (20),
- une mémoire morte comportant un programme pour coder chacun des blocs de données, et

- une mémoire vive comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

22. Appareil numérique (10) incluant des moyens de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

23. Appareil numérique (10) incluant le dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14 et 20 à 21.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image.

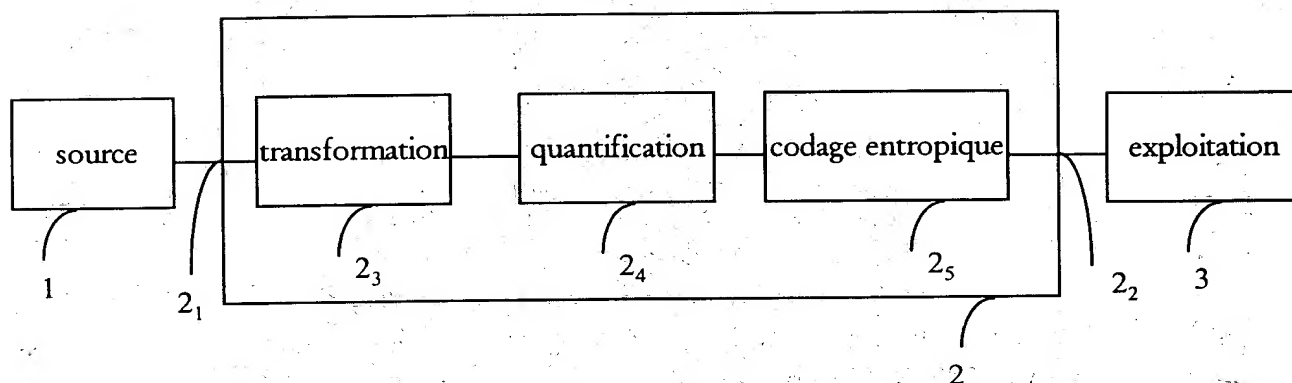
25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image.

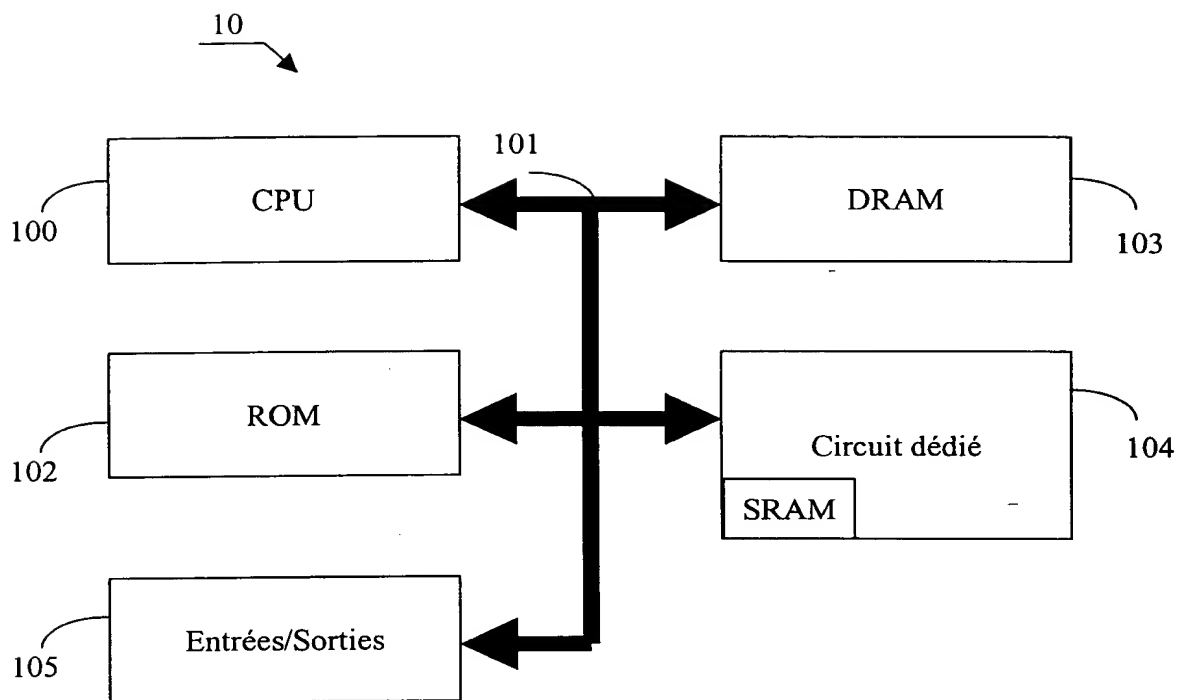
26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, caractérisé en ce que les moyens de division, transformation, mémorisation et groupement sont incorporés dans :

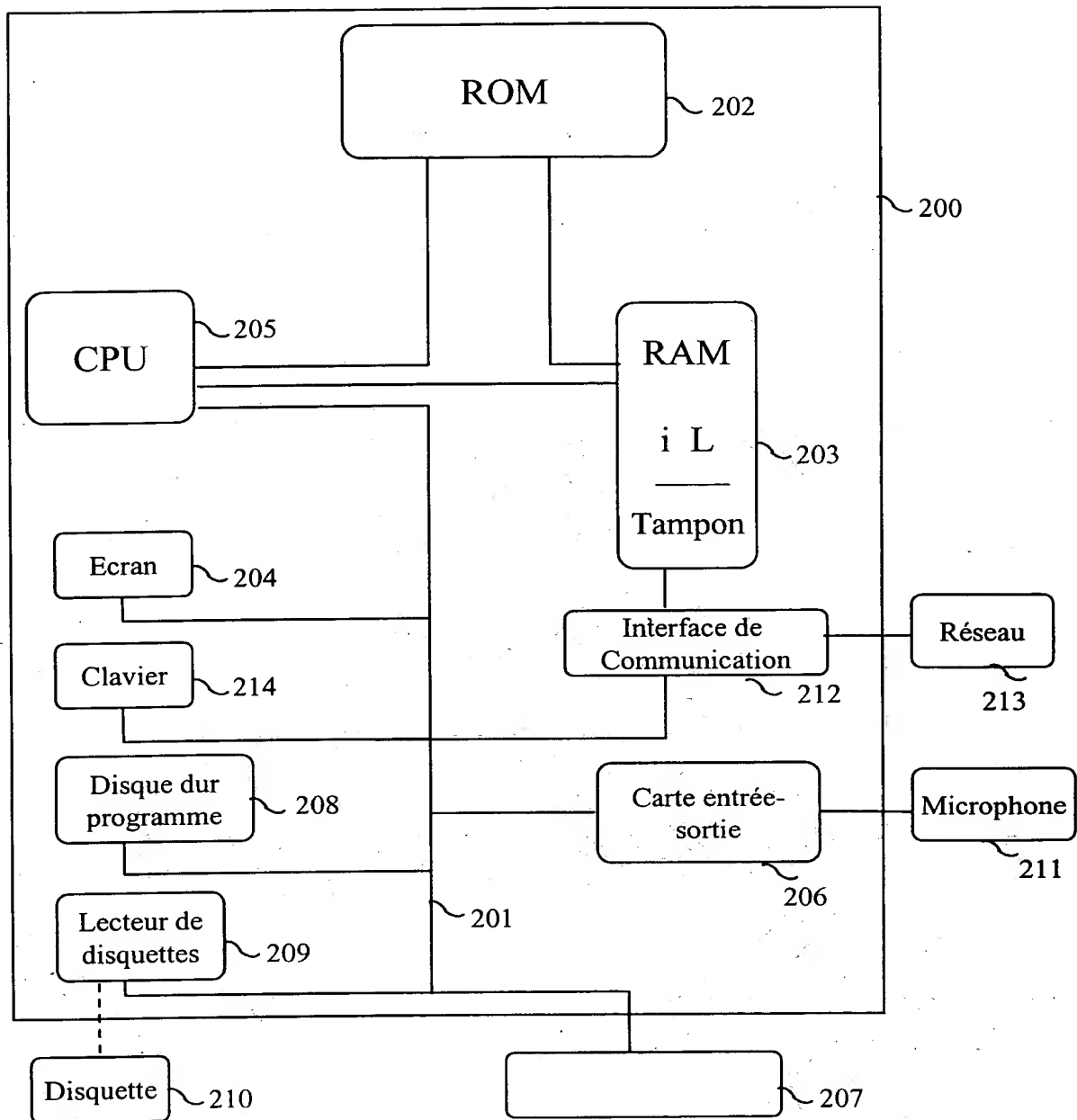
- un contrôleur (20),
- une mémoire morte comportant un programme pour coder chacun des blocs de données, et
- une mémoire vive comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

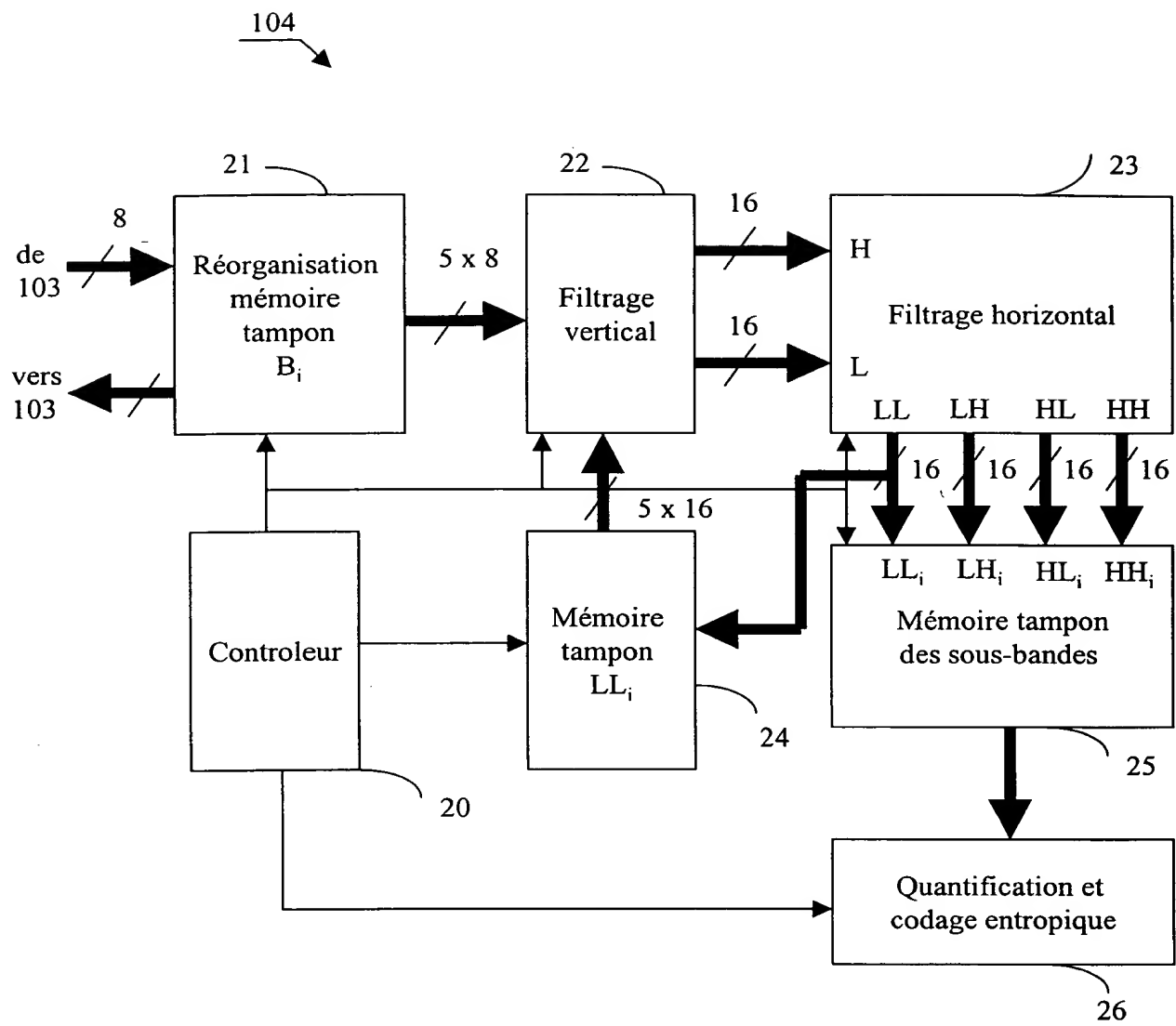
27. Appareil numérique (10) incluant des moyens de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9.

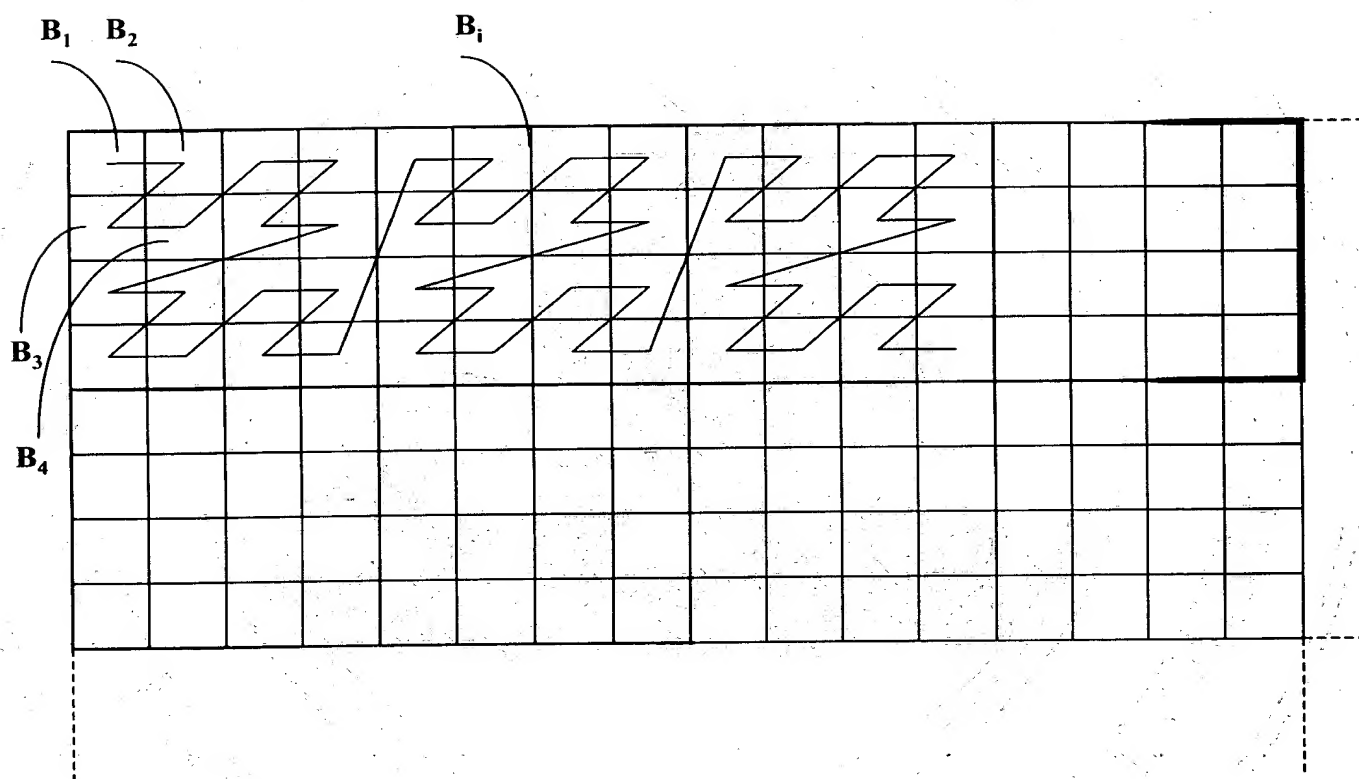
28. Appareil numérique (10) incluant le dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 à 19.

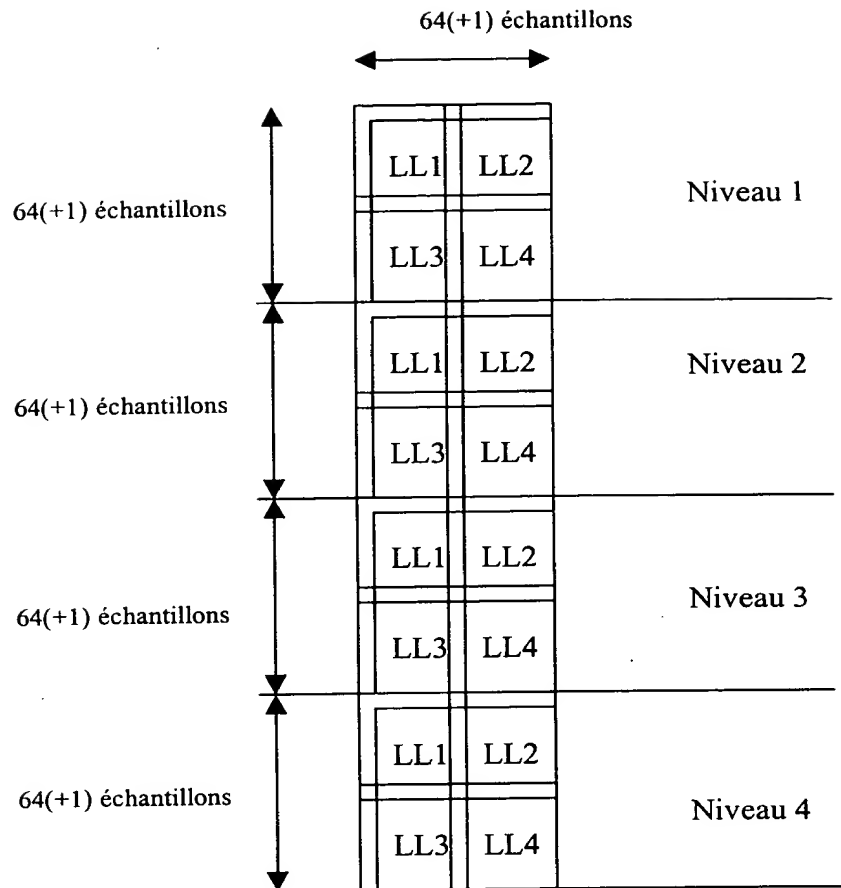
**Fig. 1**

*Fig. 2*

*Fig. 3*

*Fig. 4*

*Fig. 5*

*Fig. 6*

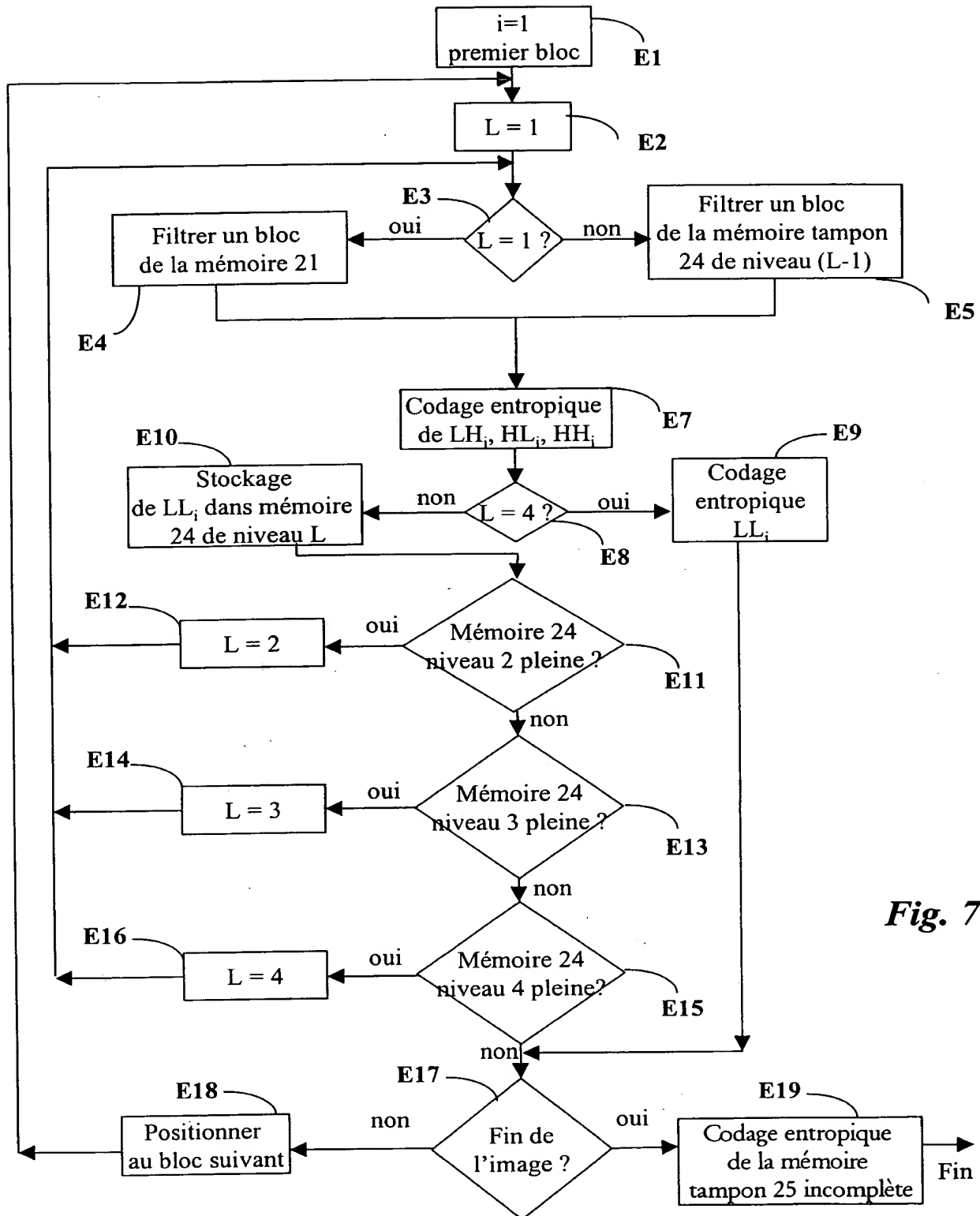


Fig. 7

This Page Blank (uspto)